Betriebsanleitung

Labor-Planeten-Mühle

„pulverisette 5“

Fritsch GmbH
Laborgerätebau
Industriestraße 8
D - 55743 Idar-Oberstein

Telefon: +49 (0)6784/ 70-0
Telefax +49 (0)6784/ 70-11
E-Mail: info@fritsch.de
Internet: http://www.fritsch.de

Fritsch GmbH, Laborgerätebau ist am 21. November 2003 von der TÜV-Zertifizierungsgemeinschaft e.V. zertifiziert worden.

Durch ein Audit wurde der Nachweis erbracht, dass die Fritsch GmbH die Forderungen der DIN EN ISO 9001:2000 erfüllt.

Beiliegende Konformitätserklärung nennt die Richtlinien, denen die Labor-Planeten-Mühle „pulverisette 5“ genügt, um das CE-Zeichen tragen zu dürfen.

Gerätenummer 05.5000.00
gültig ab Seriennummer 0492

Gerätenummer 05.6000.00
gültig ab Seriennummer 0380

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1	***Allgemeines / Einführung***	***1***
1.1	Hinweise zur Betriebsanleitung	1
1.2	Erklärung der Symbole auf der Maschine und in der Betriebsanleitung	2
1.3	Kurzbeschreibung der Maschine	3
1.3.1	Anwendungsbereiche	3
1.3.2	Arbeitsweise	3
1.3.3	Antriebsmotor und Drehzahlregelung	3
1.4	Technische Daten	4
2	***Betriebssicherheit***	***5***
2.1	Allgemeine Sicherheitshinweise	5
2.2	Bedienpersonal	6
2.3	Schutzeinrichtungen	6
2.4	Gefahrstellen	7
2.5	Elektrische Sicherheit	7
2.5.1	Allgemeines	7
2.5.2	Schutz gegen Wiederanlauf	7
2.5.3	Überlastsicherung (siehe Kapitel 8 Prüfliste zur Fehlerbehebung)	7
2.5.4	Unwuchterkennung (siehe Kapitel 8 Prüfliste zur Fehlerbehebung)	7
2.5.5	Betrieb über FI Schutzschalter	7
3	***Installation***	***8***
3.1	Auspacken	8
3.2	Transport	8
3.3	Aufstellung	8
3.4	Umgebungsbedingungen	9
3.5	Elektrischer Anschluss	9
3.6	Anpassen an Netzspannung, Ändern von Timer und Unwuchtschalter	9
3.7	Erstes Einschalten / Funktionsprobe	10
4	***Arbeiten mit der Labor-Planeten-Mühle***	***11***
4.1	Wahl von Mahlbechern und Mahlkugeln	11
4.1.1	Größe der Mahlkugeln	11
4.1.2	Anzahl der Kugeln pro Mahlbecher	12
4.1.3	Berechnetes Gewicht einer Kugel	12
4.2	Füllen der Mahlbecher	13
4.3	Einflussgrößen bei der Mahlung	13
4.3.1	Trockenmahlung	13
4.3.2	Nassmahlung (Mahlung in Suspension)	14
4.4	Einspannen der Mahlbecher	14
4.4.1	Einspannen mit der Verspannung „safe lock“	14
4.4.2	Einspannen der 80 ml Mahlbecher	15
4.4.3	Zusatzverschluss-System Inertgas	15
4.5	Massenausgleich	16
4.6	Mahldauer	16
4.7	Bedienfeld	17
4.7.1	Drehzahl einstellen	17
4.7.2	Laufzeit einstellen	17
4.7.3	Reversierbetrieb	17
4.7.4	Wiederholung der Mahl / Pausenzyklen	17
4.8	Durchführung einer Mahlung	18
4.9	Abkühlung der Mahlbecher	18
4.10	Stand By	18
4.11	Mahlung unter Schutzgas mit Begasungsdeckel	19
4.12	GTM - System	21
5	***Reinigung***	***22***
5.1	Mahlteile	22
5.2	Mühle	22
6	***Wartung***	***23***
7	***Garantie***	***24***
8	***Prüfliste zur Fehlerbehebung***	***24***
9	***Beispiele für Zerkleinerungsaufgaben***	***25***
10	***Stichwortverzeichnis***	***27***

1 Allgemeines / Einführung

1.1 Hinweise zur Betriebsanleitung

- Das Urheberrecht dieser technischen Unterlagen verbleibt der Fritsch GmbH, Laborgerätebau.
- Nachdruck und Vervielfältigung dieser Betriebsanleitung sind nur mit Genehmigung der Fritsch GmbH, Laborgerätebau gestattet.
- Die Betriebsanleitung aufmerksam studieren.
- Dem Bedienpersonal muss der Inhalt der Betriebsanleitung bekannt sein.
- Bitte beachten Sie die Hinweise zu Ihrer Sicherheit.
- Die Labor-Planeten-Mühle wurde unter dem Gesichtspunkt der Anwendersicherheit konstruiert, jedoch sind Restgefahren nicht auszuschließen. Um eine Gefährdung der Anwender zu verhindern sind die Ratschläge dieser Anleitung zu befolgen.
- Die Symbole am rechten Seitenrand verdeutlichen die im Text genannten Gefahren.
  Einige Symbole befinden sich auch am Gerät und warnen dort vor möglichen Gefahren.
  Warnsymbole sind mit einem Dreieck umrandet.
- Diese Betriebsanleitung ist keine vollständige technische Beschreibung. Es werden nur die für die Bedienung und den Erhalt der Gebrauchsfähigkeit notwendigen Einzelheiten beschrieben.

Achtung ! Bedienungsanleitung beachten

1.2 Erklärung der Symbole auf der Maschine und in der Betriebsanleitung

Vorsicht! Warnung vor Gefahrenstelle Betriebsanleitung beachten	
Vorsicht! Netzspannung	
Vorsicht! Explosionsgefahr	
Vorsicht! Heiße Oberfläche	
Vorsicht! Feuergefährliche Stoffe	
Schutzhandschuhe benutzen!	
Gehörschutz benutzen!	
Augenschutz benutzen!	
Nicht unter angehobene Last treten!	

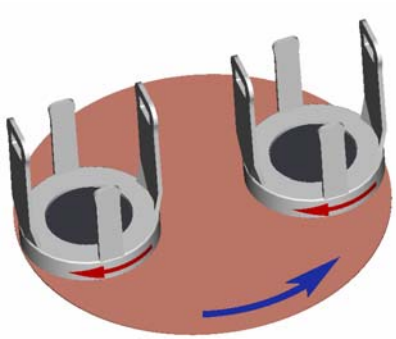
1.3 Kurzbeschreibung der Maschine

1.3.1 Anwendungsbereiche

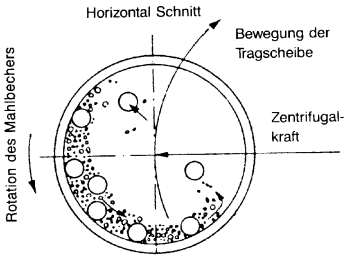
Die Labor-Planeten-Mühle „pulverisette 5“ ist universell einsetzbar zur schnellen Trocken- oder Nassmahlung von anorganischen und organischen Proben für die Analyse, die Qualitätskontrolle, die Materialprüfung oder mechanisches Legieren.
Bei der Synthese dient die „pulverisette 5“ zum Mischen und Homogenisieren von trockenen Proben, von Emulsionen oder Pasten.

1.3.2 Arbeitsweise

Das Mahlgut wird in 2 bzw. 4 Mahlbechern von Mahlkugeln zerschlagen und zerrieben. Auf die Mahlbecherfüllung aus Mahlgut und Mahlkugeln wirken die Zentrifugalkräfte aus der Rotation der Mahlbecher um ihre eigene Achse und der rotierenden Trägerscheibe.



Drehrichtungen von Mahlbecher und Trägerscheibe sind entgegengesetzt, so dass die Zentrifugalkräfte abwechselnd gleich- und gegensinnig wirken. Daraus ergibt sich als Reibwirkung ein Ablaufen der Mahlkugeln an der Becherinnenwand - und als Schlagwirkung das Aufprallen von Mahlkugeln auf die gegenüberliegende Wand des Mahlbechers.



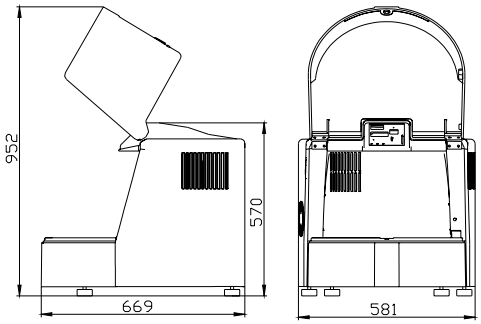
Die Schlagwirkung wird durch das Aufeinanderprallen der Mahlkugeln untereinander verstärkt.
Die verlustfreie Zerkleinerung - auch bei der Mahlung von Suspensionen - wird durch eine hermetische Dichtung zwischen Mahlbecher und Deckel gewährleistet.

1.3.3 Antriebsmotor und Drehzahlregelung

Zum Antrieb dient ein Drehstrommotor, der von einem Frequenzumrichter eine Spannung von 230 Volt Drehstrom variabler Frequenz erhält.

1.4 Technische Daten

Abmessungen und Gewicht



Gewicht: 120 kg

Arbeitsgeräusch

Der Lärmpegel beträgt bis zu **85dB (A)**. Der Wert schwankt je nach Drehzahl und Mahlgut sowie Art der Mahlbecher und Mahlkugeln stark.

Spannung

Das Gerät lässt sich in zwei Spannungsbereichen betreiben:

- Einphasen Wechselspannung 100-120V ± 10% sowie
- Einphasen Wechselspannung 200-240V ± 10%.

(siehe auch Kapitel 3.6 Anpassen an Netzspannung, Ändern von Timer und Unwuchtschalter im Setup-Modus)
Transiente Überspannungen nach Überspannungskategorie II zulässig.

Stromaufnahme

Je nach Netzspannung liegt die maximale Stromaufnahme in den Bereichen:

- 100-120V..... 14 A
- 200-240V..... 6 A

Leistungsaufnahme

Je nach Netzspannung liegt die maximale Leistungsaufnahme bei:

- 100-120V..... 1500W
- 200-240V..... 1300W

Elektrische Sicherungen

Sicherungsautomat hinten am Gerät: 16 A
Wiedereinschalten durch Eindrücken von schwarzem Knopf auf Geräterückseite

Material

- Aufgabestückgröße bei hartem Material maximal ca. 10 mm
- Aufgabemenge maximal 900 ml
  aufgeteilt in 4 x 500 ml Mahlbechern + Mahlkugeln
- Erreichbare mittlere Endfeinheit (materialabhängig) bis zu
  $d_{50} < 1$ µm

Endfeinheit

- Trockenmahlung
  bis zu $d_{50} < 20$ µm (materialabhängig)
- Nassmahlung
  bis zu $d_{50} <$ 1 µm (materialabhängig)

2 Betriebssicherheit

2.1 Allgemeine Sicherheitshinweise

- Die Betriebsanleitung aufmerksam studieren.
- Die Labor-Planeten-Mühle darf nur für den in Kapitel 1.3.1 Anwendungsbereiche beschriebenen Zweck verwendet werden.
- Nur Originalzubehör und Originalersatzteile verwenden. Bei Nichtbeachtung kann der Schutz der Maschine in Frage gestellt sein.
- Beschädigtes Zubehör nicht weiterverwenden.
- Dem Bedienpersonal muss der Inhalt der Betriebsanleitung bekannt sein.
  Dazu muss unter anderem sichergestellt sein, dass die Betriebsanleitung bei dem Gerät beiliegt.
- Hinweisschilder nicht entfernen
- Sicherheitseinrichtungen nicht außer Betrieb setzen.
- Eigenmächtige Umbauten am Gerät führen zum Verlust der von Fritsch erklärten Konformität zu europäischen Richtlinien und zum Verlust des Garantieanspruchs.
- Schutzhandschuhe tragen!
  Die Mahlbecher können nach der Mahlung sehr heiß sein.
- Schutzbrille tragen!
  Bei der Nassmahlung kann sich durch die hohe Temperatur ein Überdruck gebildet haben. Spritzgefahr!
- Gehörschutz tragen! Lärmpegel bis ca. 85dB(A)
- Die Labor-Planeten-Mühle nicht mehrere Stunden ohne Abkühlphasen laufen lassen. Überhitzungsgefahr!
- Während aller Arbeiten ist unfallsicheres Verhalten streng zu befolgen.
- Es müssen die MAK-Werte der gültigen Sicherheitsvorschriften beachtet werden, ggf. muss für Lüftung gesorgt werden oder die Maschine unter einem Abzug betrieben werden.
- Beim Mahlen oxidierbarer Stoffe (z.B. Metalle oder Kohle) besteht die Gefahr der Selbstentzündung (Staubexplosion), wenn der Feinanteil einen bestimmten Prozentsatz überschreitet. Beim Mahlen derartiger Stoffe müssen deshalb besondere Sicherheitsmaßnahmen (z.B. Nassmahlung) ergriffen und die Arbeiten müssen von einer spezialisierten Person beaufsichtigt werden.
- Die Labor-Planeten-Mühle ist nicht ex-geschützt ausgeführt und ist nicht geeignet zum Mahlen von explosiven Stoffen.
- Die Mühle nicht unbeaufsichtigt laufen lassen. Durch die Vibrationen kann in bestimmten Betriebszuständen ein Wandern auf der Unterlage auftreten.

Bedienungsanleitung beachten!

Schutzhandschuhe benutzen

Augenschutz benutzen!

Gehörschutz benutzen!

Vorsicht! Explosionsgefahr

2.2 Bedienpersonal

- Die Labor-Planeten-Mühle darf nur von autorisierten Personen bedient und von ausgebildeten Fachleuten gewartet und repariert werden.
- Personen, die unter Einfluss von gesundheitlichen Störungen, Medikamenten, Drogen, Alkohol oder Übermüdung stehen, dürfen die Labor-Planeten-Mühle nicht bedienen.

2.3 Schutzeinrichtungen

Schutzeinrichtungen sind bestimmungsgemäß zu benutzen und dürfen nicht funktionsuntüchtig gemacht oder entfernt werden.

Alle Schutzeinrichtungen sind regelmäßig auf Vollständigkeit und Funktion zu überprüfen. Siehe Kapitel 6 Wartung.

Zur Inbetriebnahme muss die Haube geschlossen werden.

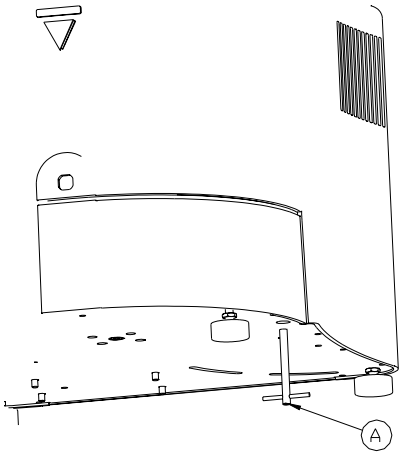
Die Haube ist verriegelt:

- ohne Netzanschluss
- während des Betriebs

Die Haube lässt sich nur öffnen, wenn der Antrieb der Mühle zum Stillstand gekommen ist.

Öffnen der Haube ohne Netzanschluss

1. Beiliegenden Dreikantschlüssel **(A)** durch die Bohrung stecken und rechts herum drehen.
2. Die Haube lässt sich nun nach Öffnen des Schnappverschlusses an der Haubenvorderseite aufklappen.
3. Die Mühle kann nun nicht eingeschaltet werden. Dazu muss durch Linksdrehung des Dreikantschlüssels die Sicherheitsverriegelung aktiviert werden und die Haube geschlossen werden.



2.4 Gefahrstellen

- Quetschgefahr beim Schließen der Haube
- Quetschgefahr an der Mahlbecherverspannung

Vorsicht!

2.5 Elektrische Sicherheit

2.5.1 Allgemeines

- Der Hauptschalter trennt das ganze Gerät zweipolig vom Netz.
- Hauptschalter ausschalten, wenn Gerät längere Zeit (z.B. über Nacht) außer Betrieb ist.

2.5.2 Schutz gegen Wiederanlauf

Bei Netzausfall während des Betriebes oder nach dem Abschalten mit dem Hauptschalter ist die Haube verriegelt. Wiederkehrende Netzspannung öffnet die Verriegelung der Haube. Aus Sicherheitsgründen läuft die Mühle jedoch nicht wieder an.

2.5.3 Überlastsicherung (siehe Kapitel 8 Prüfliste zur Fehlerbehebung)

Bei Überlastung regelt das Gerät die Drehzahl herunter. Die Leuchte REDUCED SPEED leuchtet als Hinweis.
Bei zu starker Erwärmung des Antriebsmotors schaltet das Gerät ab.
Bei blockiertem Antrieb schaltet das Gerät ab.

2.5.4 Unwuchterkennung (siehe Kapitel 8 Prüfliste zur Fehlerbehebung)

Bei zu starker Unwucht schaltet das Gerät ab.

2.5.5 Betrieb über FI Schutzschalter

Es besteht die Möglichkeit, dass während des Betriebs die Ableitströme grenzwertig werden. Dadurch kann der
FI-Schutzschalter ausgelöst werden. Durch die Addition aller Geräte an dem Stromkreis, können diese Werte
sehr schnell erreicht werden.
Abhilfe: Stromkreis ohne FI-Schutzschalter oder, wenn möglich, FI-Fehlerstromgrenze erhöhen.

3 Installation

3.1 Auspacken

Nicht unter angehobene Last treten!

- Ziehen sie die Nägel heraus, mit denen die Haube auf der Transportpalette befestigt ist. Die Haube ist entweder eine Holzkiste oder ein Pappkarton, der über die Transportpalette gestülpt ist.
- Heben Sie die Haube von der Transportpalette ab.
- Vergleichen Sie den Inhalt der Lieferung mit Ihrer Bestellung. Mahlbecher aus gehärtetem Stahl können durch die Fertigung bedingte Oberflächenvertiefungen aufweisen. Diese beeinflussen weder die Mahlung noch das Mahlergebnis und verschwinden Erfahrungsgemäß nach der ersten Mahlung. Diese evtl. vorhandenen Oberflächenvertiefungen liegen im Bereich der zulässigen Fertigungstoleranzen. Die Reklamation solcher Mahlbecher kann daher nicht anerkannt werden.

3.2 Transport

- Transport mit einem Gabelstapler oder Hubwagen auf der Transportpalette
- Zum Tragen unter dem Gehäuserand angreifen.

Achtung: Gewicht 120kg!

3.3 Aufstellung

- Heben Sie die Mühle mit der Transportpalette an.

Nicht unter die Transportpalette treten!

- 7 Schrauben verbinden die Mühle mit der Transportpalette. Lösen Sie die Schrauben.
- Heben Sie die Mühle von der Transportpalette.

Achtung: Gewicht 120kg!

- Stellen Sie die Mühle auf einen ebenen, stabilen Untergrund. Eine Befestigung auf dem Stellplatz ist nicht nötig. Die Mühle kann auch auf einem stabilen Tisch aufgestellt werden.

Ein Betrieb der Mühle auf der Transportpalette stehend ist nicht zulässig!

- Achten Sie auf eine gute Zugänglichkeit der Mühle. Es muss ausreichend Platz sein, damit der Hauptschalter an der Geräterückseite erreichbar ist.
- Luftaustritt an Lüftungsgitter auf der Seite frei halten. Überhitzungsgefahr!

3.4 Umgebungsbedingungen

- Das Gerät darf nur in Innenräumen betrieben werden.
- Die umgebende Luft darf keine elektrisch leitfähigen Stäube enthalten.
- Die Raumtemperatur muss zwischen 5 - 40°C liegen.
- Höhe bis zu 2000m NN
- Maximale relative Feuchte 80% für Temperaturen bis 31°C, linear abnehmend bis zu 50% relativer Feuchte bei 40°C.
- Verschmutzungsgrad 2 nach IEC 664.

3.5 Elektrischer Anschluss

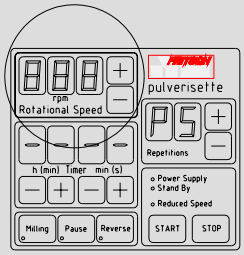
Vergleichen Sie vor dem Anschluss die auf dem Typenschild angegebenen Spannungs- und Stromwerte mit den Werten des vorgesehenen Netzes.
Einphasen-Wechselspannung mit Schutzleiter (siehe Kapitel 1.4 Technische Daten).

Die Änderung der Anschlussleitung darf nur durch eine eingewiesene Fachkraft durchgeführt werden.

Vorsicht! Netzspannung

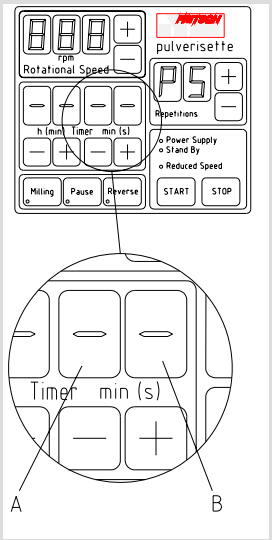
3.6 Anpassen an Netzspannung, Ändern von Timer und Unwuchtschalter im Setup-Modus

Die Umschaltung der Spannungsbereiche am Gerät darf nur von Fachpersonal erfolgen!



Spannungsumschaltung im Setup-Modus

1. Gerät vom Netz trennen
2. Hinten am Gerät Umschalter auf den Spannungsbereich stellen.
3. Gerät ans Netz anschließen
4. STOPP-Taste am Bedienfeld vorne drücken und gedrückt halten
5. Hauptschalter hinten am Gerät einschalten und gleich danach STOPP-Taste loslassen.
6. Blinkt POWER SUPPLY, ist das Gerät im **Setup-Modus**. Wenn POWER SUPPLY nicht blinkt, Vorgang wiederholen.
7. Mit den [+] / [-] Tasten ROTATIONAL SPEED Höhe der Netzspannung (**90 - 260**V) wählen
8. Zum Abspeichern und Beenden des **Setup-Modus** die STOP-Taste drücken



Im Setup-Modus kann auch folgendes geändert werden:

A Unwuchtschalter Ausschalten/Einschalten
(rechte) [-] Taste im Feld TIMER:
Unwuchtschalter ein Anzeige: -
Unwuchtschalter aus Anzeige: 1

B Zeiteinheit ändern:
(rechte) [+] Taste im Feld TIMER:
Zeiteinheit Stunden und Minuten Anzeige: -
Zeiteinheit Minuten und Sekunden Anzeige: 1

Deaktivieren des Unwuchtschalters auf eigene Gefahr!
Siehe Kapitel 2 Betriebssicherheit.

Drücken der Tasten REPETITIONS im Setup-Modus ändert die Geräteart!
Hier nichts ändern: Es muss P5 in der Anzeige stehen, sonst treten beim Betrieb Schäden auf.

3.7 Erstes Einschalten / Funktionsprobe

Gerät erst einschalten, wenn alle Arbeiten wie in Kapitel 3 Installation beschrieben durchgeführt wurden!

Einschalten

- Gerät ans Netz anschließen
- Gerät am Hauptschalter an Geräterückseite einschalten
- Lampe POWER SUPPLY leuchtet
- Haube öffnen
- evtl. vorhandene Mahlbecherverspannung und Holz herausnehmen - es darf nichts mehr im Mahlbecherhalter sein
- Haube schließen
- Am Bedienfeld START drücken
- Die Haube wird verriegelt und Mühle läuft mit vorgewählter Drehzahl.

Ausschalten

- Am Bedienfeld STOP drücken
- Nach kurzer Zeit (nach Stillstand der Mühle) wird die Haube entriegelt und kann geöffnet werden

4 Arbeiten mit der Labor-Planeten-Mühle

4.1 Wahl von Mahlbechern und Mahlkugeln

Achtung!!!
Bei Verwendung von Mahlbechern und Mahlkugeln, die kein Originalzubehör des Gerätes sind, wird keine Garantie oder Reklamation bei entstehenden Schäden am Gerät übernommen

Die Härte des verwendeten Mahlbechers und der Mahlkugeln muss höher sein als die des verwendeten Materials, um übermäßigen Abrieb zu vermeiden.

Material (Becher und Kugeln)		**Dichte*** in g/cm^3	**Abriebfestigkeit**
Achat	(99.9% SiO_2)	2.65	gut
Sinterkorund 1	(99.7% Al_2O_3)	3.8	bedingt gut
Zirkonoxid	(95% ZrO_2)	5.7	sehr gut
rostfreier Edelstahl	Becher: (17-19% Cr + 8-10% Ni) Kugeln: (12,5-14,5% Cr + 1% Ni)	7.8	bedingt gut
gehärteter Stahl	Becher: (11-12% Cr) Kugeln: (1,0-1,65% Cr)	7.9	gut
Wolframkarbid	(93%WC+6% Co)	14.7	sehr gut
Siliziumnitrid (Syalon)	(90% Si_3N_4)	3.1	extrem gut

Die Mahlbecher und Mahlkugeln aus Zirkonoxid sind gegen Säuren - außer Flusssäure - beständig.
Normalerweise Mahlbecher und Mahlkugeln aus dem gleichen Material wählen.
Ausnahme: Wolframkarbid-Kugeln können mit Stahlbechern kombiniert werden.

4.1.1 Größe der Mahlkugeln

Art des Aufgabegutes	Kugeldurchmesser
Harte Proben mit Aufgabegröße < 10 mm	30 mm oder 40 mm
Mittlere Stückgröße (< 5 mm)	20 mm
Feines Material (0,5 mm)	10 mm oder 5 mm
Homogenisieren trockener oder flüssiger Proben	10 mm
Homogenisieren dickflüssiger Proben	20 mm

Dies sind Richtwerte: Die Größe der Becher und Mahlkugeln ist ggf. experimentell zu ermitteln.

Achtung:
Es ist nicht zu empfehlen Kugeln mit unterschiedlichen Durchmessern zu mischen. (Bei Einsatz verschiedener Kugeldurchmesser muss mit erhöhtem Abrieb der Kugeln gerechnet werden!)

*Hohe Dichte bedeutet hohe Schlagenergie

4.1.2 Anzahl der Kugeln pro Mahlbecher

Eine größere Anzahl Kugeln verkürzt die Mahlzeit, das Mahlergebnis liegt in einem engeren Kornbreitenband vor.

Kugel Ø (mm)	Mahlbecher-volumen (ml)	80	250	500
5	Anzahl der Kugeln (St)	250 - 300	1200 - 1300	2000 - 2500
10	Anzahl der Kugeln (St)	30 - 35	50 - 150	100 - 250
15	Anzahl der Kugeln (St)	10	45 - 50	70 - 100
20	Anzahl der Kugeln (St)	5	15 - 20	25 - 35
30	Anzahl der Kugeln (St)		5 - 6	10
40	Anzahl der Kugeln (St)			4

Dies sind Richtangaben: die Anzahl der Kugeln ist ggf. experimentell zu ermitteln.

Bei Kugeln Ø 30 und Ø 40 mm Gerät während das Betriebs beaufsichtigen, wegen der Schwingungen Gefahr des Wanderns!

4.1.3 Berechnetes Gewicht einer Kugel

Kugeldurchmesser in mm		5	10	15	20	30	40
Werksoff	**Dichte** in g/cm³	**errechnetes Gewicht einer Kugel in g**					
Achat	2.65	0.17	1.39	4.68	11.10	37.46	88.80
Sinterkorund	3.8	0.25	1.99	6.72	15.92	53.72	127.34
Zirkonoxid	5.7	0.37	2.98	10.07	23.88	80.58	191.01
rostfreier Edelstahl	7.8	0.51	4.08	13.78	32.67	110.27	261.38
gehärteter Stahl	7.9	0.52	4.14	13.96	33.09	111.68	264.73
Wolframkarbid	14.7	0.96	7.70	25.98	61.58	207.82	492.60
Siliziumnitrid (Syalon)	3.1	0.20	1.62	5.48	12.99	43.83	103.88

Um das Gewicht der benötigten Kugeln zu ermitteln wird das „errechnete Gewicht einer Kugel“ mit der „Anzahl“ der benötigten Kugel multipliziert.
Beispiel: Es soll ein 250ml Achat Becher mit 1221 Achat Kugeln mit Durchmesser 5mm befüllt werden.
Berechnung: 0,17g * 1221 St = 207.57g
Es können 207,57g an Mahlkugeln abgewogen werden und in den Mahlbecher gefüllt werden, somit erspart man sich das zeitaufwendige Zählen.

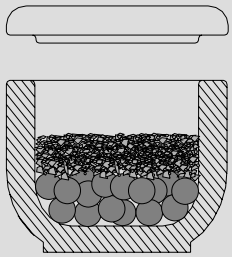
4.2 Füllen der Mahlbecher

Mahlbecher	min. Füllung†	max. Füllung
500ml	80ml	225ml
250ml	30ml	125ml
80ml	1ml	30ml

Bei Unterschreiten der minimalen Füllmenge muss mit erhöhtem Abrieb gerechnet werden!

Unbedingt folgende Reihenfolge beachten:

1. Mahlkugeln in den leeren Becher legen
2. Mahlgut auf die Kugeln einfüllen



Mahlbecher füllen

Mühle nie ohne Mahlgut betreiben!
Dadurch Beschädigung von Mahlkugeln und Mahlbechern!

4.3 Einflussgrößen bei der Mahlung

Laufzeit (Mahldauer)

Längere Mahlzeit erhöht den Feinanteil.

Drehzahl

Höhere Drehzahl verkürzt die Mahldauer und erhöht den Feinanteil.

Reversierbetrieb (regelmäßige Drehrichtungsumkehr)

- nützlich beim mechanischen Legieren
- Verbesserung der Homogenität der Probe

Anzahl und Größe der Kugeln

Grobes, hartes Material mit großen Kugeln Vormahlen:
kleiner Feinanteil.
Viele kleine Kugeln erhöhen den Feinanteil bei verlängerter Laufzeit.

Masse der Kugeln (Materialart)

Eine höhere Masse (Dichte) der Mahlkugeln beschleunigt die Mahlung.
(siehe Tabelle in Kapitel 4.1 Wahl von Mahlbechern und Mahlkugeln)

4.3.1 Trockenmahlung

Unterhalb ca. 20 µm Partikelgröße überwiegen Oberflächenkräfte und das Mahlgut beginnt zu „Kleben“.
Eine weitere trockene Zerkleinerung können Sie erreichen, wenn Sie dem Mahlgut oberflächenaktive Stoffe zusetzen.
Beispiele (maximal zuzugebende Menge in Massen%)

- Stearinsäure 2-3%
- Aerosil (hochdisperse Kieselsäure) 0.5-2%
- Quarzsand ~ 2%
- Glaspulver ~ 2%

Vorsicht!
feuergefährliche Stoffe

† Füllung = Mahlgut

4.3.2 Nassmahlung (Mahlung in Suspension)

Beim Übergang zur Mahlung in Suspension können Sie flüssige Hilfsmittel mit hohem Siedepunkt und kleinem Dampfdruck zugeben.

Leicht entzündliche, brennbare Flüssigkeiten wie Ketone und Benzine mit Siedepunkt <120°C dürfen nicht eingesetzt werden.

4.4 Einspannen der Mahlbecher

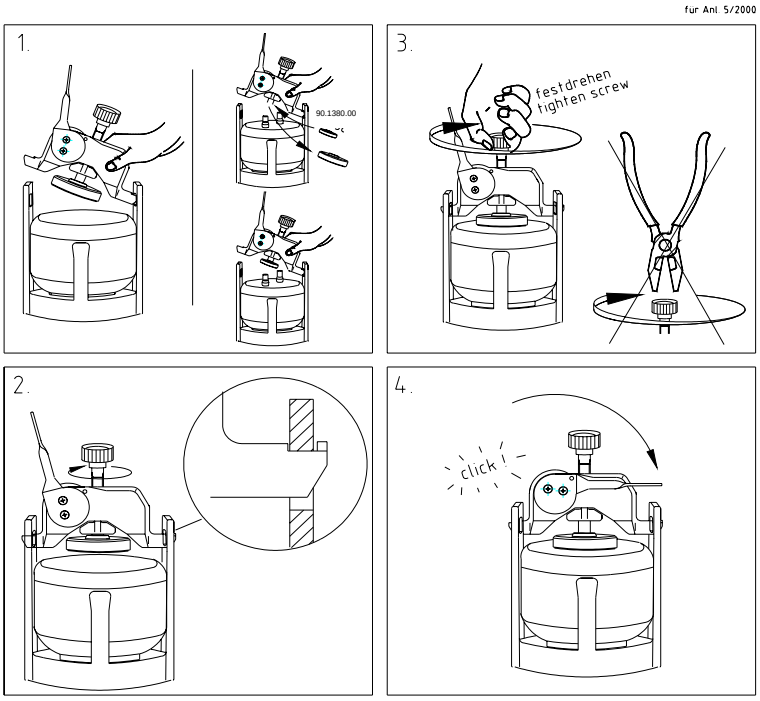
4.4.1 Einspannen mit der Verspannung „safe lock“

Folgende Prüfungen vor dem Einspannen der Mahlbecher vor jeder Mahlung vornehmen:

- Ist Gummischeibe in Mahlbecherhalter eingelegt? Raue Seite nach oben! (bei Erstbetrieb)
- Gummischeibe im Mahlbecherhalter auf Schäden prüfen: Ist die Gummischeibe platt gedrückt, austauschen
- Die Teflon-Flachdichtung (für die Abdichtung zwischen Deckel und Becher) darf nicht schadhaft oder verschmutzt sein. Stark verformte Teflon-Flachdichtungen austauschen.
- Die Flächen des Deckels und des Bechers, auf denen die Teflon-Flachdichtung aufliegt, müssen sauber sein.
- Gummischeibe von Druckstück auf Schäden prüfen Gummischeiben, die platt gedrückt sind und seitlich über das Drückstück herausragen, austauschen

Einspannen

Safe lock 90.0900.00



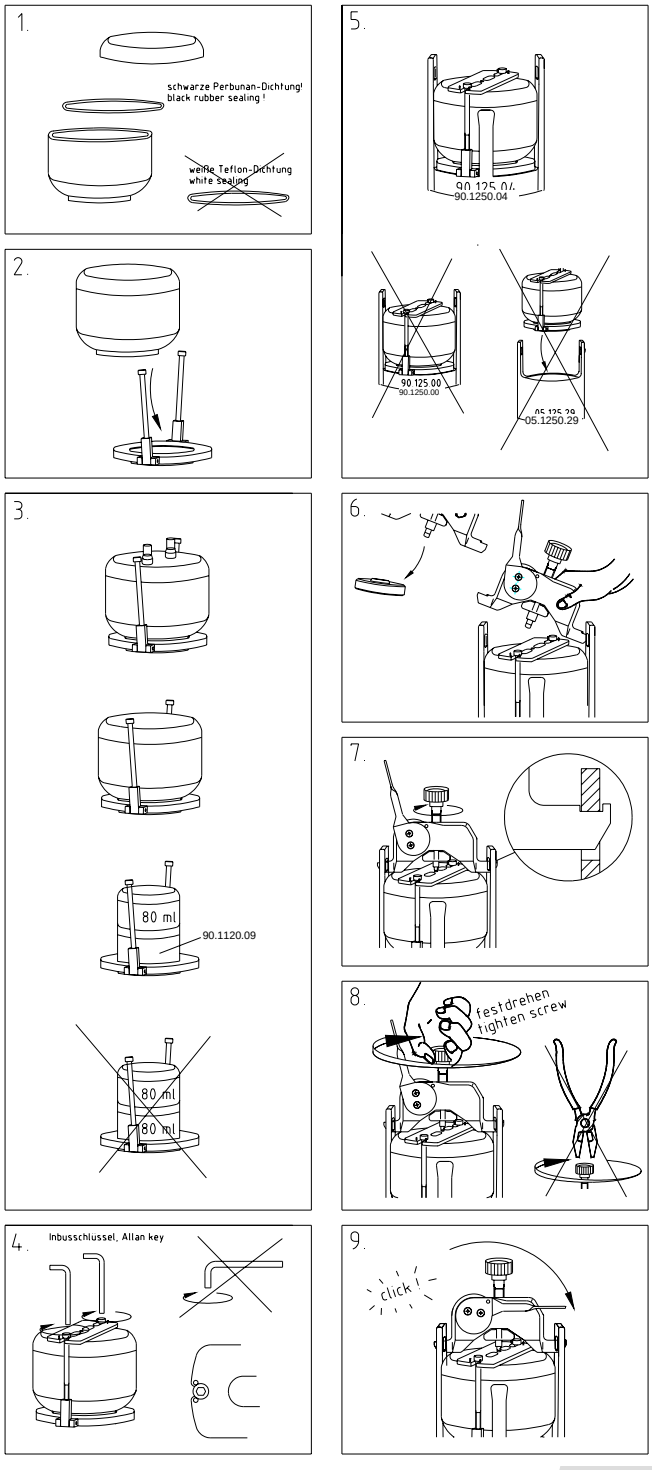
Nach einigen Minuten Mahlen und in den Abkühlphasen festen Sitz der Verspannung prüfen.

4.4.2 Einspannen der 80 ml Mahlbecher

- Entweder den 80 ml Mahlbecher mit aufgesetztem Reduzierstück (Best.Nr. 90.1120.09) einspannen oder
- zwei 80 ml Mahlbecher übereinander einspannen.

4.4.3 Zusatzverschluss-System Inertgas

Mahlbecher können in einer Kammer mit Inertgasatmosphäre gefüllt werden und mit Hilfe des Zusatzverschluss-Systems verschlossen werden, ohne in der Mühle eingespannt zu sein.
Es können auch Becher mit Begasungsdeckeln außerhalb der Mühle verschlossen werden. So ist das Begasen auch weit von der Mühle entfernt möglich.



4.5 Massenausgleich

Labor-Planeten-Mühle symmetrisch beladen
Spannen Sie zum Gewichtsausgleich immer einen entsprechend gleichschweren Mahlbecher mit Deckel und Dichtring in die gegenüberliegende Topfhalterung!
Behelfsweise einen leeren Becher als Gegengewicht wählen.

ACHTUNG
Auch zusätzliche Gewichte wie „GTM“ und Zusatzspannsystem müssen ausgeglichen werden.

4.6 Mahldauer

Je nach Einsatz sollte die Mahldauer an die Erwärmung der Becher angepasst werden.

Die Mahlbecher dürfen max. 150°C heiß werden. Die Mahldauer ergibt sich also aus dieser maximalen Bechertemperatur. Die Mahldauer bei der diese Temperatur nicht überschritten wird ist material-, kugel- und drehzahlabhängig und ist daher experimentell vom Anwender zu ermitteln!

Vorsicht! heiße Oberfläche der Mahlbecher

Richtwert

Bei Mahlung mit hohen Drehzahlen und großen Bechern sollte eine Mahldauer von 1 Stunde nicht überschritten werden, danach 0,5 bis 1 Stunde abkühlen lassen.

Erwärmung des Mahlgutes beachten; bei längerer Laufzeit evtl. Pausenzeit zur Abkühlung einstellen!

Zur Abkürzung der Mahldauer Mahlkugeln höherer Dichte wählen.

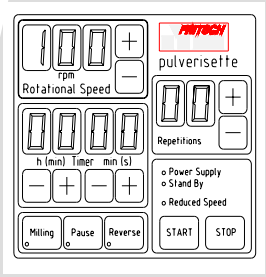
Vor dem Wiedereinschalten nach einer Abkühlphase festen Sitz der Verspannung prüfen.

Bei Betrieb zum Mischen und Homogenisieren mit niedrigen Drehzahlen darf die Mühle auch mehrere Stunden laufen.

Der Betrieb an einer externen Zeitschaltuhr ist nicht möglich.

4.7 Bedienfeld

- Hauptschalter an Geräterückseite einschalten.
- Die grüne Betriebsbereitschaftsanzeige POWER SUPPLY am Bedienfeld leuchtet auf.



4.7.1 Drehzahl einstellen

➔ Bedienfeldbereich ROTATIONAL SPEED
Taste [+] bzw. [-] drücken bzw. gedrückt halten
Die Drehzahl lässt sich in 10er-Schritten zwischen 50 und 400 1/min wählen.
Während des Betriebs wird die Ist-Drehzahl angezeigt. Tastendruck auf die [+] bzw. [-] Taste zeigt vorübergehend die Soll-Drehzahl.

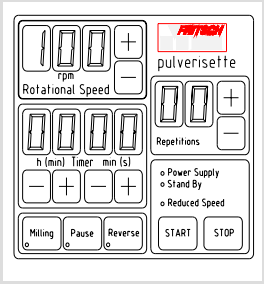
4.7.2 Laufzeit einstellen

➔ Bedienfeldbereich TIMER

- Taste MILLING drücken, Taste leuchtet,
  Taste [+] bzw. [-] drücken, Laufzeit in Stunden (0..99) und Minuten (0..60) wählen
- Pausenzeit einstellen, wenn zur Abkühlung erforderlich
  Taste „Pause“ drücken, Taste leuchtet,
  Taste [+] bzw. [-] drücken, Pausenzeit in Stunden (0..99) und Minuten (0..60) einstellen
  Ist keine Pausenzeit gewünscht, Pausenzeit auf 0 stellen.

Hinweise:

- Wurde im Setup-Modus (Kapitel 3.6) die Kombination Minuten/Sekunden anstelle von Stunden/Minuten eingestellt, bedeuten die Zahlen bei **h** die Minuten und die Zahlen bei **min** die Sekunden!
- Während des Betriebs werden die Restlaufzeiten sowie Restpausenzeiten angezeigt.
- Der Betrieb an einer externen Zeitschaltuhr ist nicht möglich.
- Laufzeiten siehe Kapitel 4.6 Mahldauer
- Mahlung unterbrechen durch Drücken der STOPP-Taste; durch Drücken der START-Taste wird die Mahlung fortgesetzt, d.h. es werden die bereits abgelaufene Mahldauer und die Zahl der Wiederholungen berücksichtigt.



4.7.3 Reversierbetrieb

➔ Taste REVERSE drücken
Die Mühle ändert nun nach Ablauf der gewählten Laufzeit die Drehrichtung. Hierzu muss REPETITIONS auf mindestens 1 stehen!

4.7.4 Wiederholung der Mahl / Pausenzyklen

➔ Bedienfeldbereich Repetitions
Taste [+] bzw. [-] drücken, Anzahl der Wiederholungen (0..99) wählen.
Während des Betriebs wird die Anzahl der verbleibenden Zyklen angezeigt.

4.8 Durchführung einer Mahlung

- Nachdem wie in Kapitel 4 Arbeiten mit der Labor-Planeten-Mühle alles eingerichtet wurde, die Haube schließen.
- Am Bedienfeld Taste START drücken.
- Die Haube wird verriegelt und die Mühle läuft.
- Die Mühle dreht mit der eingestellten Drehzahl (Soll-Drehzahl) - ist die Belastung durch zu schwere Mahlbecher etc. zu groß, wird eine geringere Drehzahl (Ist-Drehzahl) gefahren, um die Maschine nicht zu überlasten.

Läuft die Mühle nicht an, siehe Kapitel 8 Prüfliste zur Fehlerbehebung.

Überlastung

Bei Überlastung der Mühle wird die Drehzahl reduziert und die Leuchte REDUCED SPEED blinkt.
Bei langandauernder Überlastung schaltet die Mühle ab, siehe Kapitel 8 Prüfliste zur Fehlerbehebung.

sonstiges

Während des Betriebs bleibt die Haube auch in Pausenzeiten verriegelt und der Lüfter kühlt den Innenraum.

Ausschalten

- Am Bedienfeld STOP drücken.
- Wenn Antrieb zum Stillstand gekommen ist, wird die Haube entriegelt und kann geöffnet werden.
- Hauptschalter an Geräterückseite ausschalten, wenn Gerät länger außer Betrieb ist.

4.9 Abkühlung der Mahlbecher

- bei geöffneter Haube oder
- durch die programmierten Pausenzeiten bei geschlossener (verriegelter) Haube und laufendem Ventilator.

Vorsicht! heiße Oberfläche der Mahlbecher

4.10 Stand By

Wird die Mühle nicht betrieben und ist die Haube geöffnet, schaltet sie sich nach einer Stunde in den energiesparenden stand by - Modus. Es leuchtet die Lampe STAND BY.
Bei geschlossener Haube ist die stand by-Funktion nicht möglich.

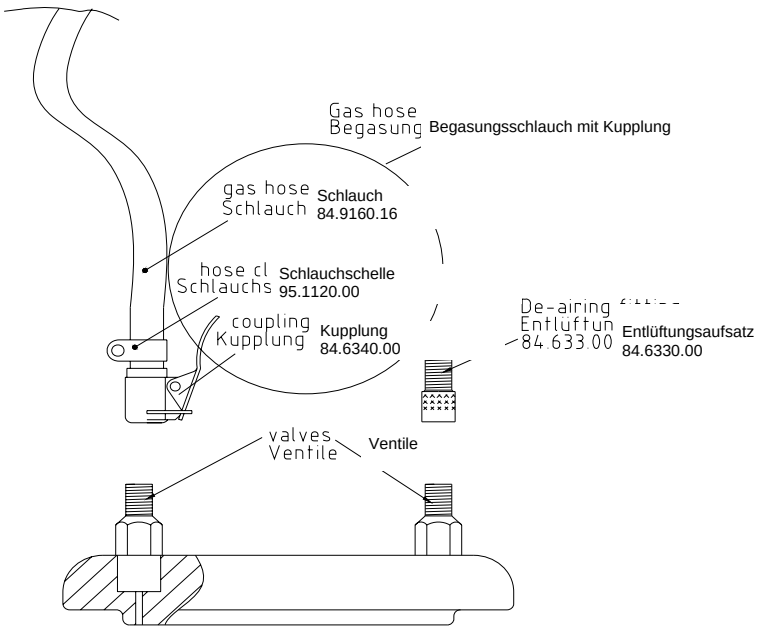
4.11 Mahlung unter Schutzgas mit Begasungsdeckel

Unwuchtausgleich beachten, siehe Kapitel 4.5 Massenausgleich.

Für das Mahlen unter Schutzgas gelten die gleichen Bedingungen für das Zusammenstellen der Mahlgarnitur und der Mahlkugeln, sowie das Einspannen wie vor.
Auf den Begasungsdeckel sind zwei Ventile aufgeschraubt, durch die Sie - vor dem Einschalten der Mühle - Schutzgas (z.B. Stickstoff) einleiten können.
Anstelle der Teflon-Flachdichtung wird eine Viton-Flachdichtung eingesetzt.

Vorbereitung zum Begasen

- Mahlbecher mit Mahlkugeln und Mahlgut füllen
- Deckel mit Dichtung auflegen (Vitondichtung verwenden)
- Den Mahlbecher in den Mahlbecherhalter einsetzen
- Mahlbecher verspannen



- Begasungsschlauch an Inertgasversorgung mit Hilfe der beiliegenden Schlauchschelle anschließen.
- Entlüftungsaufsatz auf eines der beiden Ventile aufschrauben.
- Die Kupplung des Begasungsschlauchs auf das freie Ventil aufsetzen. Dazu Hebel der Kupplung drücken und Kupplung bis zum Anschlag auf den Ventilhals aufschieben. Hebel loslassen.

Begasen

- Inertgaszufuhr langsam öffnen
- Oben auf den Entlüftungsaufsatz drücken, so dass die Luft aus dem Mahlbecher entweichen kann
- Nun spült das Inertgas die Luft aus dem Mahlbecher.
- Die Spüldauer muss experimentell ermittelt werden; die Spüldauer ist u.a. abhängig von Mahlbechergröße, Befüllung und Gaszufuhr.
- Zum Beenden der Spülung Inertgaszufuhr schließen und den Entlüftungsaufsatz loslassen.
- Entlüftungsaufsatz abschrauben
- Begasungsschlauch abziehen, dazu Hebel drücken.

Gerät nur einschalten, wenn sowohl Kupplung als auch Entlüftungsaufsatz abgenommen sind.
Während der Mahlung kann Überdruck entstehen.

Entlüften nach der Mahlung

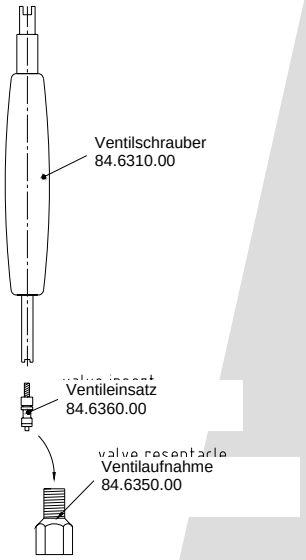
- Nach der Mahlung Entlüftungsaufsatz aufschrauben.
- Zum Druckausgleich vorsichtig auf den Entlüftungsaufsatz drücken.
- Erst jetzt die Mahlbecherverspannung lösen!

Jedes Ventil kann zum Be- oder Entlüften verwendet werden.

Reinigung der Ventile

Nach jeder Mahlung sollten beide Ventile gereinigt werden

- Dazu mit beiliegendem Ventilschrauber Ventileinsatz herausschrauben. Das dünne Ende des Ventilschraubers von oben in das Ventil einsetzen und gegen den Uhrzeigersinn drehen.
- Den Ventileinsatz herausschrauben
- Je nach Verschmutzung Ventileinsatz mit Druckluft reinigen oder Ventileinsatz in kleines, mit Alkohol gefülltes Glasgefäß geben und im Ultraschallbad (laborette 17) reinigen und sorgfältig trocknen.



- Nach Ausbau beider Ventileinsätze können die beiden Ventilaufnahmen von der Deckeloberseite her mit Druckluft gereinigt werden.

Einbau der Ventileinsätze

- Ventileinsatz (Feder nach oben weisend) in Ventilaufnahme einsetzen
- Den Ventileinsatz mit Ventilschrauber im Uhrzeigersinn einschrauben

Für die Mahlgarnituren werden folgende Begasungsdeckel mit je zwei Ventilen und einem weichen Dichtungsring angeboten:

Material	Bestellnummer
Hartmetall Wolframkarbid 250 ml	50.8600.00
gehärteter Chromstahl 80 ml	50.8700.00
gehärteter Chromstahl 250 ml	50.8500.00
gehärteter Chromstahl 500 ml	50.8400.00
rostfrei Stahl 80 ml	50.8800.00
rostfrei Stahl 250 ml	50.8300.00
rostfrei Stahl 500 ml	50.8200.00
Achat 250 ml	50.8100.00
Achat 500 ml	50.8000.00

Die schwarzen, weichen Dichtungsringe aus „Viton“ sind bis etwa 200°C temperaturbeständig.
Die Ventile sind maximal 1 Stunde lang bis ca. 180°C beständig.

4.12 GTM - System

Zur Erfassung von Druck und Temperatur im Mahlbecher während der Mahlung wird das GTM-System (Bestellnummer siehe Preisliste) als Zubehör angeboten.
Eine Anleitung liegt dem GTM-System bei.

5 Reinigung

5.1 Mahlteile

- Mahlbecher und Mahlkugeln nach jeder Nutzung reinigen: z. B. unter fließendem Wasser mit üblichen Reinigungsmitteln sauber bürsten.
- Mahlbecher mit Mahlkugeln und etwas Sand und Wasser etwa zur Hälfte füllen und 2 bis 3 Minuten (korrekt verspannt) in der Labor-Planeten-Mühle laufen lassen.
- Reinigung im Ultraschallbad ist zulässig.
- Bei Sterilisation im Trockenschrank nur bis 250°C erhitzen.

Achtung:
Mahlteile aus Achat nicht über 110°C erhitzen, **langsam und vorsichtig abkühlen**.
Achatteile dürfen auf keinen Fall in der Mikrowelle erhitzt werden (zu schnelles erwärmen).
Sie dürfen auf keinen Fall Temperaturschocks ausgesetzt werden sonst droht Zerstörung der Teile → Sie platzen explosionsartig auseinander.

5.2 Mühle

- Die Labor-Planeten-Mühle kann im ausgeschalteten Zustand mit einem feuchten Tuch abgewischt werden.

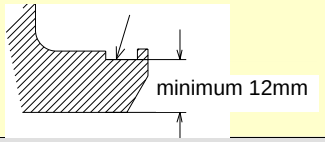
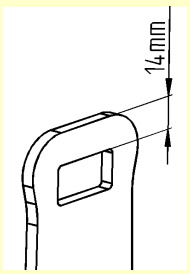
Keine Flüssigkeiten in das Gerät laufen lassen.

6 Wartung

Vor Beginn der Wartungsarbeiten Netzstecker ziehen und Gerät gegen unbeabsichtigtes Wiedereinschalten sichern! Wartungsarbeiten durch Warnschild kennzeichnen.

Vorsicht! Netzspannung

Regelmäßige Reinigung ist der wichtigste Teil der Wartung an der Labor-Planeten-Mühle.

Funktionsteil	Aufgabe oder Beschreibung	Test	Wartungs-Intervall
Sicherheits-verriegelung	Hauben-Verriegelung	Wird die geschlossene Haube zugehalten, wenn Hauptschalter aus? Schlägt dieser Test fehl, darf nicht weiter gearbeitet werden bevor der Fehler behoben ist.	vor jeder Nutzung
drehbewegliche Lager	Dauerschmierung	Lagerspiel	nach je 2.000 Std oder jährlich
Antriebsmotor	Dauerschmierung	Lagerspiel	nach je 4.000 Std oder jährlich
Keilriemen	Motor-Planetenscheibe	Riemenspannung prüfen Gerät vom Netz trennen, hinteres (oberes) Abdeckblech abschrauben; auf Daumendruck darf der Riemen nicht mehr als ca. 10mm nachgeben.	1 x jährlich
Lüfter, Lüftungsschlitze	Kühlung Mahlraum und Elektronik	Funktion, bei Verschmutzung reinigen	2 x jährlich
Mahlbecher-verspannung safelock	Gummi des Druckstücks und Gummischeibe im Mahlbecherhalter	Verbrauchsspuren, wenn platt gedrückt und damit unelastisch, austauschen	nach je 1.000 Std
	gekennzeichnete Fläche von safelock rundgearbeitet Originalhöhe 12,5mm	Safelock wurde häufig zu lose gespannt! 	nach je 200 Std
Mahlbecher dichten	Mahlbecherdeckeldichtung	wenn Schmutz eingedrückt, austauschen	nach je 100 Std
Mahlbecher-halterung	Verspannung halten	Mindestmaß am Mahlbecherhalter 11mm! 	1 x jährlich

7 Garantie

Die diesem Gerät bei Lieferung beigefügte Garantiekarte muss vollständig ausgefüllt an das Lieferwerk zurückgesandt werden, damit die Garantie in Kraft treten kann.
Es besteht auch die Möglichkeit der ONLINE-Registrierung. Näheres finden Sie auf Ihrer Garantiekarte oder auf unserer Homepage http://www.fritsch.de
Die Firma Fritsch GmbH, Idar-Oberstein und ihr "Anwendungstechnisches Labor" bzw. die entsprechenden Ländervertretungen geben gerne Rat und Hilfestellung.
Bei eventuellen Rückfragen ist die Angabe der auf dem Typenschild eingeprägten Serien-Nummer erforderlich.

8 Prüfliste zur Fehlerbehebung

Fehlfunktion	mögliche Ursache	Fehler beseitigen
Bereitschaftsanzeige leuchtet nicht	Netzanschluss fehlt	Netzstecker einstecken
	Hauptschalter	Hauptschalter einschalten
	Gerätesicherung	Sicherungsautomat auf Geräterückseite: Knopf drücken
Taste „Start“ gedrückt aber Mühle läuft nicht an	Prüfen s. o. wenn POWER SUPPLY nicht leuchtet	s. o.
	Pausenzeit aktiv	Pause abwarten oder „Stopp“ drücken
	Sicherheitsverriegelung wurde manuell geöffnet	siehe Kapitel „2.3 Schutzeinrichtungen“
Mühle reduziert Drehzahl automatisch	wenn REDUCED SPEED leuchtet: Überlastung	Belastung reduzieren oder automatisch eingestellte Drehzahl akzeptieren
Mühle bleibt stehen	Abschaltung wegen thermischer Überlastung des Antriebs	Gerät abkühlen lassen und niedrigere Drehzahl wählen
	Unwucht der Maschine zu groß	Massenausgleich verbessern: siehe Kapitel 4.5 Massenausgleich
	Antrieb wurde blockiert	Störung im Mahlraum beseitigen
	Motorkeilriemen lose oder gerissen	Keilriemen überprüfen ggf. ersetzen
	Drehzahlsensor defekt	Kundendienst
Haube lässt sich nicht öffnen	Beim Öffnen wurde der Knopf vorne an der Haube nicht betätigt	Knopf beim Öffnen betätigen
	Netzanschluss fehlt	Netzstecker einstecken
	Hauptschalter	Hauptschalter einschalten
	Gerätesicherung	Sicherungsautomat auf Geräterückseite: Knopf drücken
Mahlgut tritt aus	Verspannung locker	prüfen
	Dichtungsring verschmutzt oder defekt	Dichtring reinigen oder ersetzen
Unruhiger Lauf mit starker Vibration	Unwucht der Becher	Becher symmetrisch anordnen (gleich große Massen in gegenüberliegender Position)

9 Beispiele für Zerkleinerungsaufgaben

Die folgenden Beispiele aus dem „Anwendungstechnischen Labor“ der Fa. Fritsch geben Hinweise für die Auswahl der Mahlbecher und Mahlkugeln, eine günstige Mahldauer und erreichte Endfeinheit verschiedener Mahlproben:

Material			
Aufgabemenge	Material Mahlbecher und Kugeln	Mahlkugeln St. x Durchm.	Ergebnis
Aufgabegröße	Mahlbechergröße	Mahldauer	Endfeinheit

Rubin (Gestein)			
140 g	Cr-Ni-Stahl	6 x 30mm	100%
12 mm	250 ml	3 min	<250µm
Titandioxid TiO_2 (Trocken- und Nassmahlung in Wasser)			
40 g	Cr-Ni-Stahl	6 x 30mm	100%
2 mm	250 ml	30 min	< 40µm
Titandioxid TiO_2 (Nassmahlung in Wasser)			
40g/50ml Wasser	Cr-Ni-Stahl	6 x 30mm	100%
2 mm	250 ml	60 min	< 10µm
Kohle (Trocken- und Nassmahlung in Wasser)			
5 g	Zirkonoxid	5 x 20mm	100%
0,5 mm	80 ml	120 min	< 15µm
Aluminiumoxid / Siliziumoxid			
100 g	WC + Co	15 x 20mm	90%
0,1 mm	250 ml	90 min	< 20µm
Ferrovanadium			
70 g	WC + Co	5 x 30mm	70%
3 mm	250 ml	20 min	<100µm
Glas			
50 g	Achat	15 x 20mm	100%
4 mm	250 ml	15 min	< 90µm
Siliziumkarbid (Trocken- und Nassmahlung in Wasser)			
15 g	WC + Co	5 x 20mm	100%
3 mm	80 ml	30 min	<150µm
Siliziumkarbid (Trocken- und Nassmahlung in Wasser)			
15g/5 ml Wasser	WC + Co	5 x 20mm	100%
3 mm	80 ml	45 min	<71µm
Roh-Phosphat			
40 g	Cr-Stahl	15 x 20mm	100%
3mm	250 ml	2 min	<250 µm

Fortsetzung:

Material			
Aufgabemenge	Material Mahlbecher und Kugeln	Mahlkugeln St. x Durchm.	Ergebnis
Aufgabegröße	Mahlbechergröße	Mahldauer	Endfeinheit

Mangandioxid MnO_2 (Nassmahlung in Wasser)			
50g/40ml Wasser	WC + Co	15 x 20mm	100%
0,1 mm	250 ml	60 min	<20µm
Klärschlamm (trocken)			
180 g	Al_2O_3	10 x 30mm	100%
8 mm	500 ml	30 min	<250µm
Aktivkohle (Nassmahlung in Wasser)			
150 ml	Cr-Ni-Stahl	15 x 20mm	100%
0,025 mm	250 ml	30 min	< 5µm
Gips			
300 g	Cr-Stahl	10 x 30mm	100%
10 mm	500 ml	20 min	<200µm
Eiweiß			
50 g	Sinterkorund 1	6 x 30mm	90%
20 mm	250 ml	90 min	< 50µm
Getreide (Gerste)			
100 g	Sinterkorund 1	3 x 40mm	100%
3 mm	500 ml	20 min	< 150µm
Teigwaren			
100 g	Sinterkorund 1	10 x 30mm	100%
5 mm	500 ml	3 min	< 250µm
Zucker (Nassmahlung in Alkohol)			
200 g	Achat	10 x 30mm	100%
1 mm	500 ml	45 min	< 10µm

10 Stichwortverzeichnis

Abkühlung der Mahlbecher 18
Anpassen an das Stromnetz 9
Bedienfeld 17
Bedienung 17
Begasungsdeckel 19
Drehzahl 17
Druck 21
Einflußgrößen bei der Mahlung 13
Einschalten 10
Einspannen 14
Funktionsprobe 10
Garantie 5
Garantieanspruchs 5
GTM-System 21
Haube 6, 18
Haube verriegelt 18
Ist-Drehzahl 17, 18
Laufzeit 16, 17
Mahldauer 16, 17
Mahlung 13
Naßmahlung 13
Öffnen des Gerätes 6
Reinigung 22
Reinigung der Ventile 20
Repetitions 17
Reversierbetrieb 17
Schutzeinrichtungen 6
Schutzgas 19
Setup-Modus 9, 17
Soll-Drehzahl 17, 18
Spannungsbereich 9
Stand By 18
Suspension 13
Temperatur 21
Überlastsicherung 7
Überlastung 18
Unwucht 7, 10, 24
Wiederanlauf 7
Zeiteinheit 10
Zeitschaltuhr 16
Zubehör 5, 19, 21